

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 9 月 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 6 1 9 4 7

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 2 6 1 9 4 7

出 願 人
Applicant(s): 日 立 金 属 株 式 有 限 公 司

2 0 0 5 年 9 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



BEST AVAILABLE COPY

【官 公 司】

付 訂 願

【整理番号】

DE04008

【あて先】

特許庁長官殿

【国際特許分類】

G11B 5/84

G11B 21/21

【発明者】

【住所又は居所】

栃木県真岡市松山町 1 8 番地 日立金属株式会社 O E デバイス
部内

【氏名】

松井 進

【発明者】

【住所又は居所】

栃木県真岡市松山町 1 8 番地 日立金属株式会社 O E デバイス
部内

【氏名】

佐藤 毅志

【特許出願人】

【識別番号】

000005083

【氏名又は名称】

日立金属株式会社

【代表者】

本多 義弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

010375

【納付金額】

16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

特許請求の範囲 1

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【請求項 1】

回転する磁気ディスクに対向するスライダ面に、2本の正の浮上圧力を発生させる浮上レールが形成され、スライダ背面に設けられた荷重点から加えられる、スライダを磁気ディスクに押付ける荷重と浮上圧力のバランスで、スライダを磁気ディスクから所定の浮上高さで浮上させ、磁気ディスクとスライダとの接触あるいは衝突を、圧電素子もしくはAEセンサーにて検出する磁気ディスク用グライドヘッドであって、スライダの浮上ピッチ角度が $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下であることを特徴とする磁気ディスク用グライドヘッド。

【請求項 2】

浮上ピッチ角度は、周速 8 m/s 以上 16 m/s 以下で、浮上高さが 1 nm 以上 15 nm 以下、荷重が 9.8 mN 以上 58.8 mN 以下の条件下であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ディスク用グライドヘッド。

【請求項 3】

スライダ背面に設けられた荷重点は、空気流入方向の浮上レール長 L_2 と、浮上レールの流入端から荷重点までの距離 L_3 の比率 L_3/L_2 で、 0.75 以上 0.85 以下の位置にあることを特徴とする請求項 1 および 2 に記載の磁気ディスク用グライドヘッド。

【発明の名称】 磁気ディスク用グライドヘッド

【技術分野】

【0001】

本発明は磁気ディスクの製造検査等に使用される磁気ディスク用グライドヘッドに係るものである。

【背景技術】

【0002】

ハードディスク装置の磁気ディスクには、円盤状のガラスあるいはアルミニウム等の非磁性材基板が使用されている。非磁性材基板の表面には、磁性材料と主に炭素からなる保護膜がスパッター等で成膜され、さらにフルオロカーボン系の潤滑剤が塗布されている。このように作られた磁気ディスクは磁気ヘッドと組み合わされ、情報を記録あるいは再生する記録装置として用いられている。磁気ディスク用グライドヘッド（以降、単にグライドヘッドと呼称することもある）は、この磁気ディスクの表面に発生した微小な突起物と異物（以降、突起物と称する）を検出するためのセンサーとして、磁気ディスクの検査工程で用いられている。グライドヘッドは数種実用化されているが、圧電素子を搭載したものとヘッド外部にAE（Acoustic Emission）センサーを取り付けたものが主流となっている。圧電素子方式とAE方式は、磁気ディスクの表面に発生した微小な突起物とグライドヘッドのスライダーが衝突して生じる振動を電圧に変換する方法が異なるだけなので、本願では圧電素子方式で説明を行う。

【0003】

圧電素子をスライダーに搭載したグライドヘッドは、特許文献1に記載されている。図8に、圧電素子をスライダーに搭載したグライドヘッドの斜視図を示す。スライダー1は、一対の浮上レール3を有する。スライダー1の側面に張り出し部1bが設けられ、張り出し部1bのスライダー背面側に圧電素子9を固着している。圧電素子9の出力電圧は圧電素子を構成する結晶の分極方向の両端からリード線10により取り出され、サスペンション2に設けた絶縁性チューブ11を通じて外部に出力される。以後、説明を判り易くするため、同一の部品および部位には同じ符号を用いている。

【0004】

【特許文献1】 特開平11-16163号公報 図3

【0005】

グライドヘッドの動作原理を、図9を用いて簡単に説明する。スライダー1は磁気ディスク15の回転に伴う空気流の作用により浮上する。空気流はスライダー1の流入端から流出端に向かって流れる。スライダー1の背面にサスペンション2に設けられたフレキシャー12が接着される。フレキシャー12に形成されたピボット8の頂点に、フレキシャー12がスライダーを磁気ディスクに押付ける力である荷重を与えている。ピボット8を支点としてスライダーが、僅かであるが上下左右に動けるようになっている。ピボット8がスライダーに荷重を与える位置が荷重点wとなる。図7では圧電素子9やリード線10等は省略している。グライドヘッドの浮上高さhは種々の要素で決まるが、主に空気流の流速とスライダーのレール幅、荷重によって決まる。レール幅と荷重はグライドヘッドによって決まっているため、磁気ディスクの回転数と磁気ディスク上のグライドヘッド位置によって決まる周速で浮上高さが決まる。磁気ディスクの回転数を変え、周速を磁気ディスク面内で一定とすることで、磁気ディスク15上を一定の浮上高さhで浮上させることができる。磁気ディスク上にある突起物16とスライダー1が衝突した時、圧電素子に発生する電圧を検出し、突起物16の存在を検知するものである。

【0006】

一般に、グライドヘッドは磁気ディスク面内を一定の条件、すなわち、突起物の高さを検出する浮上高さhを磁気ディスク面内で一定とし、かつ、突起物とグライドヘッドの衝突時に発生するエネルギーを揃える（突起物とグライドヘッドの相対速度を一定にする）ために、周速を磁気ディスク面内で一定としている。また、浮上高さや飛行時の姿勢を磁

スライダヘッドの内部で一定にするために、スライダヘッドのヘッドスライダは磁気ディスク上のいずれの位置においても、スライダとスライダが飛行する磁気ディスク上の円周の接線とのなす角（YAW角）は一定であり、グライドハイトテストでは、通常0度で用いられる。スライダ1が磁気ディスク上の突起物16に接触あるいは衝突すると、衝突により発生する振動がスライダ1を伝播して圧電素子9を振動変形させる。圧電素子9の電極に電荷が誘起されるので、リード線10から電極間電圧を取り出し測定することにより突起物の検出ができる。さらに、所定の浮上高さhをもつスライダ1を磁気ディスクの表面で移動すると、浮上高さhより高い突起物にスライダが接触（衝突）する。このとき発生する圧電素子の電圧と磁気ディスクの位置を求めれば、磁気ディスク表面にある規格外の突起物を検知することができる。

【0007】

このような原理で動作するグライドヘッドは空気流入溝の両側に正の浮上圧力を発生させる浮上レール3を2本突出形成するのが一般的である。2本の浮上レールを用いることにより、飛行時の姿勢を安定に保つことができる。また、2本の浮上レールからなるグライドヘッドの浮上高さは、グライドヘッドの浮揚力を生じさせているレールの幅を変えることで、比較的容易に制御できるので、検査する磁気ディスクの突起物の高さに応じ、必要なグライドヘッドの浮上高さ設計が容易にできる。

【0008】

近年の磁気ディスク装置の高容量化と小型化、つまり高記録密度化は猛烈な勢いで進んでいる。記録密度を上げるために、記録ビットの幅と長さはますます小さくなり、それに伴い磁気ヘッドの狭トラック幅化と磁気ギャップの狭ギャップ長化が進んでいる。また、磁気ヘッドを磁気ディスク径方向へ高速で移動させるため、磁気ヘッドスライダも小型化している。記録密度を上げるため、磁気ディスクと磁気ヘッドとの隙間、即ち磁気ヘッドのスライダの浮上高さhは、12nm以下が求められるようになってきている。

【0009】

磁気ヘッドが磁気ディスク上を浮上し、情報の記録や再生を行う場合、磁気ディスク表面に磁気ヘッドのスライダの浮上高さより高い突起物があると、スライダが磁気ディスクと衝突を起こし、正確な情報の記録や再生ができなくなる。また、データの破損や磁気ディスク装置の故障を引き起こす原因にもなる。そのために、磁気ディスク表面の突起物の高さnは磁気ヘッドのスライダの浮上高さより低くする必要がある。スライダの浮上高さの極小化に伴って、磁気ディスクの突起物の許容される高さnはますます低くなる傾向にあり、その高さ要求は9nm以下になってきている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

グライドヘッドを用いて磁気ディスクの突起物を検査し、規格を外れる突起物が無く合格と判定された磁気ディスクを使用した磁気記録装置でも、磁気ヘッドと磁気ディスクとの衝突による不具合の発生が、非常に稀ではあるが起きることがある。不具合の発生した磁気ディスク装置から磁気ディスクを取外し、磁気ディスクの表面をAFMと略される原子間力顕微鏡で測定すると、合格と判定されたにもかかわらず規格以上の高さnを持つ突起物が見つかることがある。検査をすり抜けた規格以上の高さを持つ突起物を詳細に分析すると、突起物の直径mが1μm以下と小さなものであった。突起物の形状は千差万別であるので、突起物の直径mは突起物の磁気ディスクとの接触面の短径と長径を算術平均して求めた。高さnは、磁気ディスク表面から突起物の最高点までの値を用いている。

【0011】

グライドヘッドは、スライダが磁気ディスク上の突起物に接触あるいは衝突すると、振動がスライダを伝播して圧電素子を振動変形させ、圧電素子の電極に電荷が誘起され電極間電圧として検知するものである。スライダが突起物に接触あるいは衝突したとしても、発生する振動が小さいと圧電素子からの出力電圧が小さく、規格外であっても規格外の突起物であると判定できなくなる。直径mが1μm以下の小さい突起物の場合、突起

物自体の摩擦もしくは重量が小さいため、判定に必要な出力電圧を得るための振動を発生させることができないためと見られる。直径 m が $1\mu m$ 以下で規格以上の高さを持つ突起物を確実に、検知するには衝突時に発生する振動を効率良く圧電素子に伝えられる、グライドヘッドが求められる。

【0012】

磁気ディスク装置がコンピューターだけでなく、テレビ等の録画やコピー機等々幅広い分野に使われるようになるに従い、数量の増加と価格の低下の要求が強くなって来ている。このような要求を満たすには磁気ディスクでは、磁気ディスクそのものの製造技術や製造工程等の検討の他に、検査工程の効率化が求められる。検査工程の一つであるグライドハイト検査では、グライドヘッドの長寿命化が一番である。グライドヘッドの長寿命化、すなわち1本のヘッドで検査できる磁気ディスクの枚数を増やすことにより、グライドヘッド自体の使用量を低減することができる。また、グライドハイト検査機のグライドヘッドを交換するには時間がかかるし、その間ディスクの検査が出来なくなる。グライドヘッドの長寿命化で、グライドヘッドの使用量減、グライドヘッドの交換頻度減により検査機の稼働時間が長くなり、磁気ディスクの製造コストの低減と生産量の増加が可能となる。

【0013】

グライドヘッドの寿命は、出力電圧の値で判定している。グライドヘッドを磁気ディスクの検査に用いる前に、基準の突起高さを持つパンプディスクで出力電圧 V_0 を測定する。決められた枚数の磁気ディスク検査を行った時点で、測定精度の確認のため、パンプディスクでグライドヘッドの出力電圧 V_1 を測定する。例えば、 V_1 が V_0 と殆んど変わらなければ、グライドヘッドはまだ使えることと、検査した磁気ディスクは正常に検査されたと判断できる。 V_1 が V_0 の60%の値となっていたら、グライドヘッドの交換時期で寿命が来たと判断、これまでに検査した磁気ディスクは正常に検査されたと判断する。 V_1 が V_0 の30%の値となっていたら、グライドヘッドの交換だけでなく、グライドヘッドに異常があったと判断し検査した磁気ディスクの再検査を行う。これらの V_1 の値や再検査の実施不実施は、使用者が決めるものであることは言うまでも無い。また、 V_1 と V_0 の比率ではなく、 V_1 の値で寿命を決める方法もある。

【0014】

グライドヘッドの出力低下の原因は、圧電素子そのものの劣化とスライダーの磨耗による浮上高さの変化が考えられる。寿命が来たとして交換された数多くのグライドヘッドを調査したところ、圧倒的にスライダーの磨耗による浮上高さの変化が原因であった。このことから、長寿命のグライドヘッドを得るということは、耐磨耗性の高いグライドヘッドを得るということになる。

【0015】

本発明の目的は、グライドヘッドと突起物の衝突時に発生する振動を効率良く圧電素子に伝えられる高感度で、耐磨耗性の高く長寿命な磁気ディスク検査用グライドヘッドを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の磁気ディスク用グライドヘッドは、回転する磁気ディスクに対向するスライダー一面に、2本の正の浮上圧力を発生させる浮上レールが形成され、スライダー背面に設けられた荷重点から加えられる、スライダーを磁気ディスクに押付ける荷重と浮上圧力のバランスで、スライダーを磁気ディスクから所定の浮上高さで浮上させ、磁気ディスクとスライダーとの接触あるいは衝突を、圧電素子もしくはAEセンサーにて検出するものであって、スライダーの浮上ピッチ角度が $140\mu rad$ 以上 $380\mu rad$ 以下であることが好ましい。

【0017】

ピッチ角度は、流入端と流出端の浮上高さの差を、浮上高さを測定した流入端と流出端の距離から三角関数で求める。流入端の浮上高さは、浮上レールの平坦部で測定する。流入側に設けられている0.5度程度の傾斜を有する空気取り込み用の流入角部領域では、

【0018】

スライダの浮上ピッチ角度を $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下とすることで、従来の $100\mu\text{rad}$ 以下のグライドヘッドの比べ、出力電圧を約2から5倍とすることができる。所定の突起高さを持つパンプディスクで測定して出力電圧が大きくなるということは、検出感度が向上したことになる。検出感度が向上させることができたため、直径が $1\mu\text{m}$ 以下で規格以上の高さを持つ突起を確実に検知することができる。また、出力電圧の値でグライドヘッドの交換時期を決める方法の場合、出力電圧が大きい分長く使える。つまり、長寿命化を果たせることになる。浮上ピッチ角度が $380\mu\text{rad}$ を超えると、浮上姿勢の安定性が悪くなりグライドヘッドの製造不良率があがる。また、ヘッド浮上時にヘッドが振動しやすくなる恐れがあるため、 $380\mu\text{rad}$ 以下とすることが好ましい。

【0019】

基準の突起高さを持つパンプディスクで測定した出力電圧 V_0 と、決められた枚数の磁気ディスク検査を行った時点パンプディスクで測定した出力電圧 V_1 の比率で、グライドヘッドの寿命を決める場合でも、スライダの浮上ピッチ角度を $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下とすることで、従来の $100\mu\text{rad}$ 以下のグライドヘッドの比べ、30～50%多くの磁気ディスクを検査することができる。スライダの浮上ピッチ角度を $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下とすることで、従来の $100\mu\text{rad}$ 以下のグライドヘッドに比べ、流出端の磨耗速度を30～50%低下させることができる。流出端の磨耗速度は、寿命が来たため交換したグライドヘッドの流出端の形状をAFM等で測定することで求めることができる。

【0020】

磁気ディスク装置に用いられている、記録再生用の磁気ヘッドの浮上ピッチ角度は $100\mu\text{rad}$ 以下が主流である。巨大磁気抵抗効果を採用した高密度磁気ヘッドは、浮上高さが 10nm 程度まで下げて使う事が多くなったので、一般に負圧スライダと呼ばれるものが多く使われている。この負圧スライダの浮上ピッチ角度は $50\sim80\mu\text{rad}$ 程度と小さくなっている。また、浮上ピッチ角度が $100\mu\text{rad}$ を超えると記録磁界と記録生素子との角度が大きくなり、記録再生特性が悪くなるため浮上ピッチ角度は小さくする傾向にある。記録再生ヘッドに比べ浮上ピッチ角度を約2倍から5倍程度大きくすることで、高感度で長寿命のグライドヘッドが得られるものである。負圧スライダの浮上ピッチ角度を、 $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下のような高ピッチ角にすることは構造的に難しいので、2本の正の浮上圧力を発生させる浮上レールを有するスライダが好ましい。

【0021】

グライドヘッドの浮上姿勢は、ピッチ角だけでなくロール方向の傾きであるロール角も、制御する必要がある。ロール角度は $\pm 10\mu\text{rad}$ 以下とすることで、左右のレールの流出端の浮上高さを揃えることができ、突起物の検出精度が向上するものである。また、ロール角度が大きくなると、浮上レールの流出端部に偏磨耗が生じやすくなり、寿命の低下を招くことになる。

【0022】

本発明の磁気ディスク用グライドヘッドは、周速 8m/s 以上 16m/s 以下で、浮上高さが 1nm 以上 15nm 以下、荷重が 9.8mN 以上 58.8mN 以下の条件下で、スライダの浮上ピッチ角度が $140\mu\text{rad}$ 以上 $380\mu\text{rad}$ 以下であることが好ましい。この条件下で測定することで、直径3.5インチ以下の小型磁気ディスクの実使用状態に近い条件下での検査結果を得ることができる。

【0023】

本発明の磁気ディスク用グライドヘッドのスライダ背面に設けられた荷重点は、空気流入方向の浮上レール長 L_2 と、浮上レールの流入端から荷重点までの距離 L_3 の比率 L_3/L_2 で、 0.75 以上 0.85 以下の位置にあることが好ましい。

スライダの浮上ピッチ角度を大きくするのは、スライダのレール形状や荷重点、荷重、周速等を変更することでも実現できるが、荷重点を変更するのがより好ましい。荷重点を変更するのは、スライダとサスペンションの接着位置を変更するだけで実現できる。サスペンションに設けられたピボット頂点が荷重点である。浮上レール長は、流入側に設けられている0.5度程度の傾斜を有する空気取り込み用の流入角部領域と平坦部の合計長さであり、スライダの長さではない。言い換えると、空気流を受け浮上力をスライダに与える領域の、空気流方向の長さと言うことができる。流入角部領域に流入側に1度以上の角度で面取りがなされている場合は、面取り部は浮上力を生じないので、浮上レール部長から除外する。浮上レール長とスライダの長さは異なってもよいものであるが、通常流出端は浮上力を生じない1度以上の角度で面取りがなされているのと、スライダに浮上レールが形成されていることから、浮上レール長がスライダの長さより長くなることは無い。

【 0 0 2 5 】

左右の浮上レールの間に位置する荷重点は、左右の浮上レールの外側端部の間隔で規定されるスライダ幅の、略スライダ幅の中心線上に設けることが好ましいものである。スライダ中心線上とは、左右のレールの中間位置と言うことになる。必ずしも中心線の真上に荷重点がある必要は無く、中心線から左右のレール方向にスライダ幅の10%位の距離は、ずれていても良いものである。荷重点が中心線から左右のレール方向に著しくずれると、ロール方向の浮上姿勢を制御できなくなり、浮上高さが所定の値でないグライドヘッドになることと、浮上レールの流出端部に偏磨耗が生じやすくなり、寿命の低下を招くことになる。

【発明の効果】

【 0 0 2 6 】

本発明により、荷重点を流出側に移動して浮上ピッチ角度を大きくすることで、衝突の振動を効率良く圧電素子に伝えられる高感度で、耐磨耗性の高い長寿命な磁気ディスク検査用グライドヘッドを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 7 】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。説明を判り易くするため、同じ部品、部位には同一の符号を用いている。

【実施例1】

【 0 0 2 8 】

図1に本発明のグライドヘッドの、浮上面側からの斜視図を示す。基本的な構造としては、図8に示した従来のグライドヘッドと同一であるので個々の説明は省略するが、図2を用いてスライダの各部名称、実施例で用いた寸法関係を詳細に述べる。スライダ全体の大きさであるスライダ長 L_1 は1.25mm、スライダ幅 L_9 は1.0mm、スライダ全幅 L_{10} は1.9mm、図1に記載のスライダ高さ L_{11} は0.4mmである。スライダの材質は、アルミチタンカーバイト(ATC)を用いている。浮上力を与える浮上レール長 L_2 は1.22mm、レール幅 L_8 は0.165mmである。レール長 L_2 は、流入角部領域長 L_5 の0.2mmと平坦部長 L_6 の1.02mmよりなっている。流出端に設けられ面取り長 L_7 は0.03mmとした。左右のレールの外側端の間隔がスライダ幅 L_9 で1.0mmとしている。スライダ全幅 L_{10} からスライダ幅 L_9 を差引いた長さ0.9mmが、張出し部の長さとなる。流入端から荷重点 w まで間隔が荷重位置 L_3 となり、 L_3 を変える事で異なった浮上ピッチ角度を得ている。

【 0 0 2 9 】

図3に、浮上レール長 L_2 と、浮上レールの流入端から荷重点までの距離 L_3 の比率 L_3/L_2 の荷重点とピッチ角の関係を示す。荷重点を、0.5から0.9まで変えて浮上ピッチ角度を測定した。周速は10m/s、荷重は37mNとした。浮上レールの平坦部の流入側端浮上高さ h_1 と流出側端浮上高さ h_2 を測定し、浮上高さの差と平坦部長 L_6 から、浮

上ヒツブ面反を求めた。荷重点を丸山端側に移動させること、浮上ヒツブ面反も入る、することができた。本実施例で用いたグライドヘッドのスライダ仕様では、荷重点が0.85で浮上ピッチ角は $250\ \mu\text{rad}$ である。これは、周速は 10 m/s 、荷重は 37 mN の結果であり、周速や荷重を変えると浮上ピッチ角は変わる。同じ仕様のスライダを用い、周速を 15 m/s と上げ、荷重 20 mN と下げることで、浮上ピッチ角が略 $400\ \mu\text{rad}$ まで大きくなった。

【実施例2】

【0030】

図4に、浮上ピッチ角と出力電圧の関係を示す。実施例1のスライダを用い、荷重点を移動させ浮上ピッチ角度を $80\ \mu\text{rad}$ から $470\ \mu\text{rad}$ まで、 $70\ \mu\text{rad}$ 程度の間隔で合計7グループのグライドヘッド各5本を製作した。各グループの浮上ピッチ角度の平均値は、 $80, 140, 210, 270, 340, 400, 470\ \mu\text{rad}$ であり、各グループでの浮上ピッチ角のばらつきは $\pm 5\ \mu\text{rad}$ であった。僅かであるが荷重を変化させて、浮上高さ h は $10 \pm 0.2\text{ nm}$ に調整した。パンプディスクに設けられた、アルミナの突起の直径 m が $1\ \mu\text{m}$ で高さ n は 11 nm の円柱形状である。図4の出力電圧は、グライドヘッド5本の最小値と最大値、平均値である。浮上ピッチ角度が大きくなるに従い、出力電圧は略直線的に増加し、 $80\ \mu\text{rad}$ に比べ $470\ \mu\text{rad}$ では、平均値で約6倍の出力電圧が得られた。ピッチ角が大きくなるに従い、5本のグライドヘッド間で出力電圧のばらつきが大きくなっている。このことから、浮上ピッチ角は $400\ \mu\text{rad}$ を越えないことが好ましいと考えられる。本願の出力電圧は、圧電素子からの出力電圧を500倍の増幅率を持つアンプを通した値である。

【実施例3】

【0031】

図5に、突起の直径 m と出力電圧の関係を示す。実施例2のグライドヘッドを用い、直径 m が異なる突起を有するパンプディスクを使用して出力電圧を測定した。パンプディスクに設けたアルミナの突起の高さ n は 11 nm の円柱形状で、直径 m は $0.65\ \mu\text{m}, 0.98, 1.4\ \mu\text{m}, 1.8\ \mu\text{m}$ である。直径 m の異なる3種の突起は、1枚のパンプディスクの同一半径位置に設け、パンプディスクを交換せずに突起の直径 m が異なった突起の出力電圧を測定できるようにした。図5の出力電圧は、5本のグライドヘッドの平均値であり、図を見易くするため図示したのは、浮上ピッチ角 $80, 140, 210, 340\ \mu\text{rad}$ に限った。

【0032】

突起の直径 m が大きくなるに従い出力電圧も大きくなる。従来の浮上ピッチ角の $80\ \mu\text{rad}$ のグライドヘッドでは、突起の直径 m が $1\ \mu\text{m}$ 前後で出力電圧の変化が大きい。浮上ピッチ角が $140\ \mu\text{rad}$ 以上のグライドヘッドでは、突起の直径 m が大きくなるに従い出力電圧は、ほぼ直線的に増加している。浮上ピッチ角が $140\ \mu\text{rad}$ 以上のグライドヘッドは、突起の直径 m が $1\ \mu\text{m}$ 以下でも大きな出力電圧が得られており、高感度化が成されたことが判る。

【実施例4】

【0033】

図6に、浮上ピッチ角と交換までに検査した磁気ディスク枚数の関係を示す。実施例2の浮上ピッチ角7種で各5本のグライドヘッドを用い寿命を測定した。グライドヘッドの出力電圧が、 0.5 (V) 以下になった時点で寿命と判断した。浮上ピッチ角が大きくなるに従い、交換までに検査できた磁気ディスクの枚数は増加し、従来の浮上ピッチ角 $80\ \mu\text{rad}$ に比べ、 $140\ \mu\text{rad}$ 以上では1.2~2倍の磁気ディスク枚数の検査が可能となり、長寿命化が成されたことが判る。

【実施例5】

【0034】

実施例1から3で荷重点を空気流出側に移動させることで浮上ピッチ角を上げることが

では、浮上ピッチ角を上げることによって同感度で長寿命なグライドヘッドが得られることを述べてきた。スライダは荷重点を支点として振動するので、衝突によって生ずる振動の大きさは、振動を引き起こす荷重点から突起物を検出する流出端までの距離 L と、突起物と流出端が衝突した時の力の L に垂直な力成分 k との積である回転トルク T と置き換えて説明するのが判り易いので、回転トルク T を用いて感度と寿命を考察する。図7に、回転トルクTの概念図を示す。図7 a)は浮上ピッチ角度が従来の $100\mu rad$ 以下、図7 b)が本発明の浮上ピッチ角度が $140\mu rad$ 以上 $380\mu rad$ 以下のグライドヘッドである。図中、 W は荷重点を示す。 g は F の L と同方向の力成分である。

【0035】

スライダが突起と衝突した時、スライダは荷重点を中心にしてスライダ流出端を持上げる方向に回転トルク T が生じ、この回転トルク T が圧電素子を振動変形させる力になると考えられる。回転トルク T は $T=L\times K$ で表され、 T が大きいほど出力電圧が大きくなり高感度なグライドヘッドとなる。図7 b)に示すように、荷重点を流出側に移動させることで、荷重点から流出端までの距離 L_b は小さくなるが、 F の L に垂直な力成分 k_b は大きくなる。図からも、 $L_a>L_b$ 、 $k_a<k_b$ であることが判る。回転トルク T を計算してみると、 T_b は T_a より20から50%程度大きくなる。実施例2で浮上ピッチ角度と出力電圧の関係を示したが、高ピッチ角のグライドヘッドの方が出力電圧が高いという結果と合っている。

【0036】

F の L と同方向の力成分である g が、スライダ流出端と突起が擦り合う力と考えられる。 g が小さいほどスライダの磨耗が少なくなり、長寿命になると考えられる。 $g_a>g_b$ であることから、本発明の高ピッチ角のグライドヘッドは従来のグライドヘッドより長寿命と考えられる。実施例3で示した、ピッチ角とディスク検査枚数の関係のデータでも、高ピッチ角のグライドヘッドの方が長寿命であることを示しており、 g を小さくすることで長寿命化が図れることが判る。

【0037】

荷重点を流出端側に移動して浮上ピッチ角を大きくすることで、高感度で長寿命なグライドヘッドが得られることを明らかにしてきた。従来のグライドヘッドと同じ浮上角度、荷重点を用いて高感度で長寿命が得られる方策があるかを考察する。感度を上げるには回転トルク T を大きく、つまり L と k を大きくすれば良い訳である。図7 c)に L を大きくする一案として、スライダ厚みを厚くしたものを検討した。図からも判るが、 $T_a<T_c$ 、 $g_a>g_c$ からスライダ厚みを厚くすることで高感度と長寿命が得られることが判る。しかし、 $g_b<g_c$ であるため高浮上ピッチ角の図7 b)より、寿命の点で劣ることが予想される。

【0038】

図7のa)からc)のグライドヘッドを製作し、感度と寿命を比較した。c)のスライダは、a)の2倍の厚みとした。各々のピッチ角度や荷重点等々の詳細の説明は省略するが、高感度な順と長寿命な順を記載する。感度の順としては、 $b)>c)>a)$ 、寿命の順としては、 $b)>c)>a)$ であった。この結果から、スライダ厚みを厚くしたc)のピッチ角をb)の様に大きくすることで、より高感度で長寿命なグライドヘッドが得られると考えられる。しかし、スライダ厚みを厚くすると、所定のピッチ角を得るため荷重点の位置精度を上げる必要がある。また、ヘッドを磁気ディスクの径方向に高速で移動させた時、移動方向にスライダが傾斜しやすくなり偏磨耗起こし易くなる。これらのことから、荷重点の位置を移動して高ピッチ角にするだけで、高感度で長寿命が得られる本発明のb)のグライドヘッドが優れていると言える。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】実施例1のグライドヘッドの浮上面側からの斜視図である。

【図2】実施例1のスライダの各部名称を説明する図である。

【図3】実施例1の荷重点と浮上ピッチ角度の関係の図である。

【図 4】 実施例 2 の浮上ピッチ角と出力電圧の関係の図である。

【図 5】 実施例 3 の突起の直径と出力電圧の関係の図である。

【図 6】 実施例 4 の浮上ピッチ角と交換までに検査した磁気ディスク枚数の関係の図である。

【図 7】 実施例 5 の回転トルクの概念図である。

【図 8】 特許文献 1 のグライドヘッドの斜視図である。

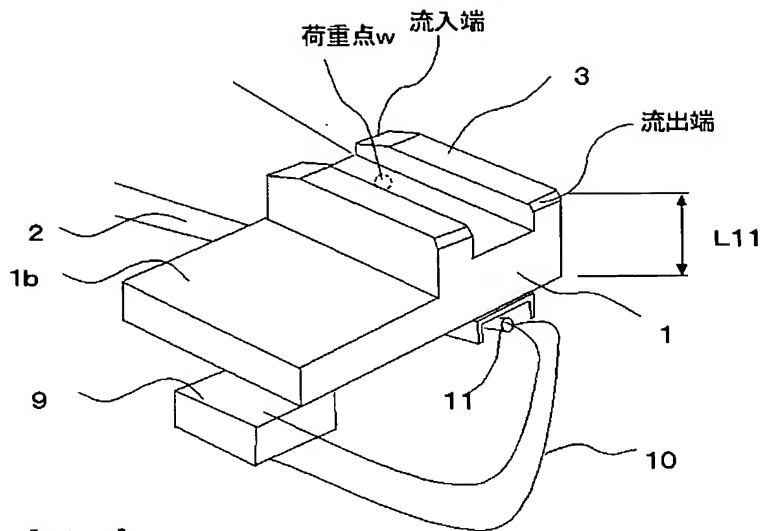
【図 9】 グライドヘッドの動作原理を図説明する図である。

【符号の説明】

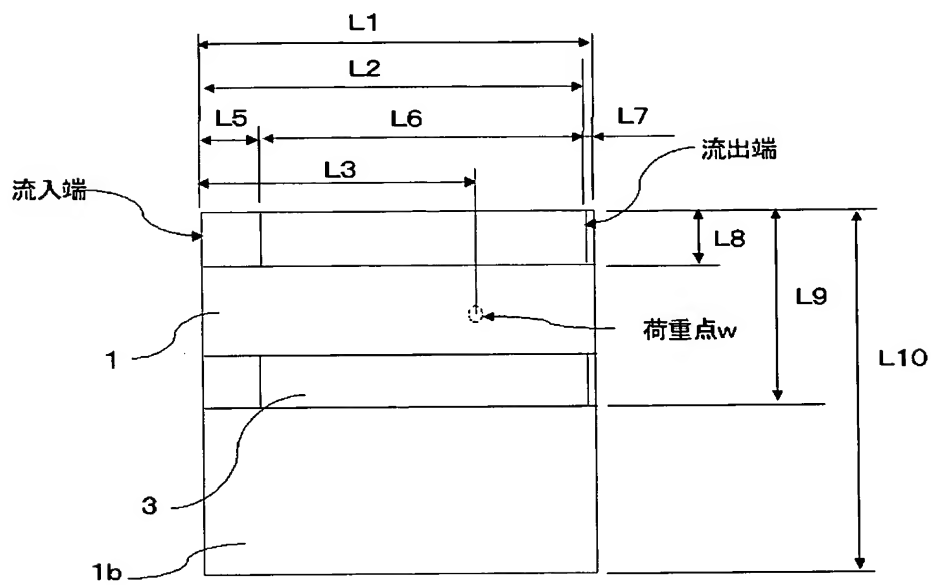
【0040】

1 スライダー、1 b 張り出し部、2 サスペンション、3 浮上レール、
8 ピボット、9 圧電素子、10 リード線、11 絶縁チューブ、
12 フレキシャー、15 磁気ディスク、16 突起物。

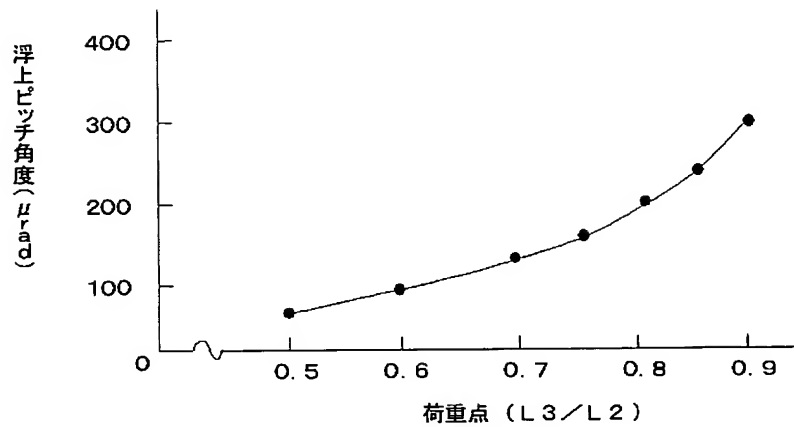
【 図 1 】



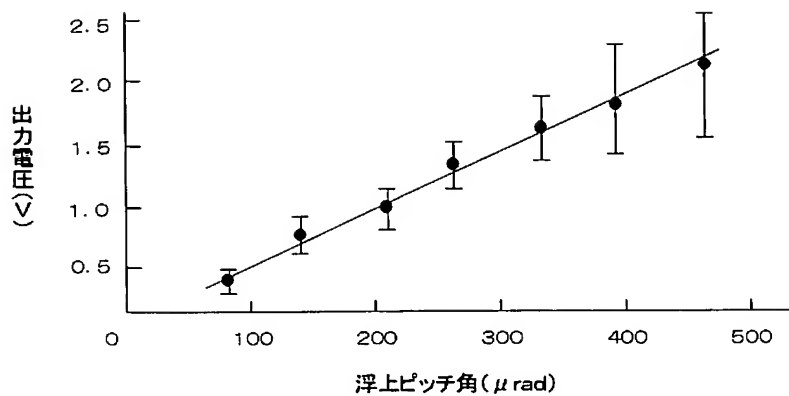
【 図 2 】



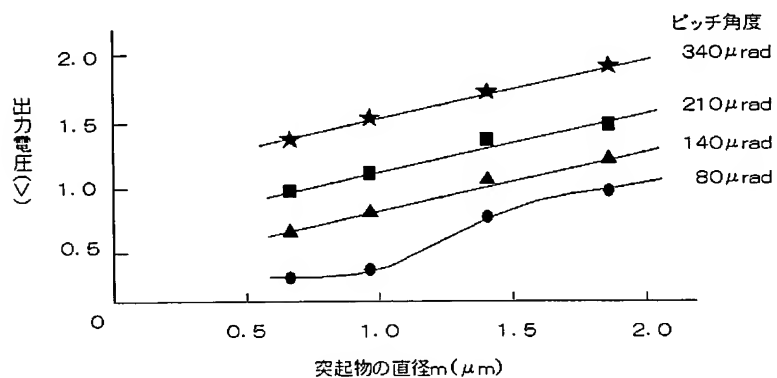
【 図 3 】



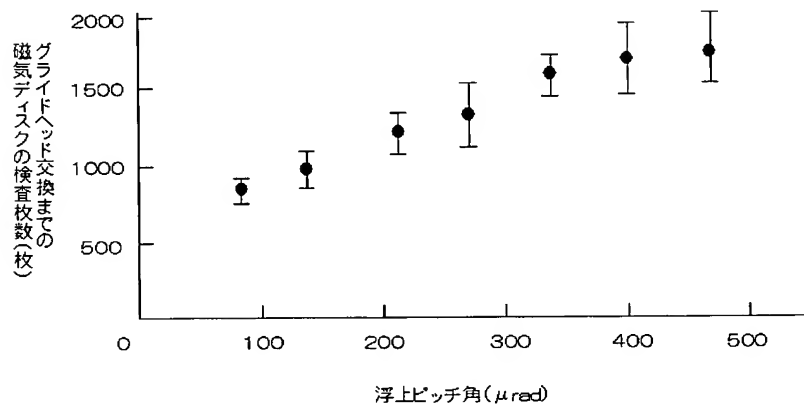
【図 4】



【図 5】



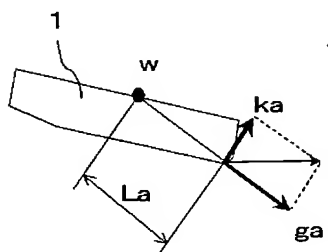
【図 6】



【図 7】

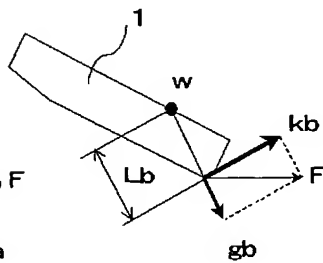
a)

$$T_a = L_a \times k_a$$



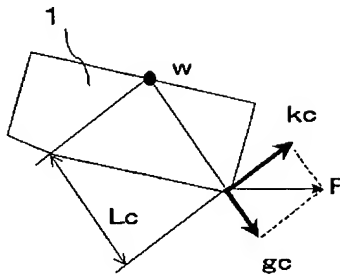
b)

$$T_b = L_b \times k_b$$



c)

$$T_c = L_c \times k_c$$



【要 約】

【課題】 小径の突起物も確実に検知できる高感度で、耐磨耗性が高い長寿命な磁気ディスク検査用グライドヘッドを提供する。

【解決手段】 回転する磁気ディスクにスライダを押付ける方向に力を加える荷重点位置を、空気流入方向の浮上レール長 L_2 と、浮上レールの流入端から荷重点までの距離 L_3 の比率 L_3/L_2 で、 0.75 以上 0.85 以下とし、スライダの浮上ピッチ角度を $140\mu rad$ 以上 $380\mu rad$ 以下の高ピッチ角度にする。

【選択図】 図 1

0 0 0 0 0 5 0 8 3

19990816

住所変更

東京都港区芝浦一丁目2番1号

日立金属株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/014742

International filing date: 11 August 2005 (11.08.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-261947
Filing date: 09 September 2004 (09.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 September 2005 (29.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.